

LAJU PERTUMBUHAN SPESIFIK *Chlorella* sp. DAN *Dunaliella* sp. BERDASARKAN PERBEDAAN NUTRIEN DAN FOTOPERIODE¹

(Specific Growth Rate of *Chlorella* sp. And *Dunaliella* sp.
According to Different Concentration of Nutrient and Photoperiod)

Mujizat Kawaroe², Tri Prartono³, Adriani Sunuddin⁴,
Dahlia Wulan Sari⁴, Dina Augustine⁴

ABSTRAK

Cahaya dan nutrisi merupakan faktor yang mendukung pertumbuhan mikroalga selain CO₂, suhu, dan salinitas. Pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. diamati untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi nutrisi dan periode pencahayaan. Kultivasi mikroalga dilakukan di laboratorium dengan menggunakan erlenmeyer 100 mL. Pengamatan laju pertumbuhan spesifik mikroalga dilakukan terhadap perbedaan konsentrasi nutrisi dan lama periode pencahayaan. Pada penggunaan nutrisi Guillard/f2, laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada *Chlorella* sp. adalah 0.227/d dan 0.289/d untuk *Dunaliella* sp.. Laju pertumbuhan spesifik tertinggi terhadap pengaruh perbedaan fotoperiode masing-masing adalah 0.39/d dan 0.329/d. Laju pertumbuhan spesifik tertinggi untuk kultivasi kedua spesies teramati pada perlakuan nutrisi 2V dan fotoperiode 24 jam terang.

Kata kunci: Laju pertumbuhan spesifik, fotoperiode, nutrisi, *Chlorella* sp., *Dunaliella* sp.

ABSTRACT

Light and nutrient are factors that support the microalgae growth rate besides CO₂, temperature, and salinity. Microalgae growth of *Chlorella* sp. and *Dunaliella* sp. were observed to determine the influences of different nutrient concentration and photo period. Microalgae cultivation was located at laboratory using 100 mL Erlenmeyer. The specific growth rate of microalgae was observed for different nutrient concentration and photo period of light treatments. Using Guillard/f2 nutrient, the highest specific growth rate for *Chlorella* sp. was 0.227/d and 0.289/d for *Dunaliella* sp. The highest microalgae specific growth rate influenced different photo period was 0.39/d and 0.329/d, respectively. Finally, the highest specific growth rate for both cultivated species of microalgae was observed at 2V nutrient concentration and 24 hour period of light treatment.

Keywords : Spesific growth rate, photoperiod, nutrient, *Chlorella* sp., *Dunaliella* sp.

PENDAHULUAN

Chlorella dan *Dunaliella* merupakan dua jenis mikroalga yang paling sering diteliti dan dimanfaatkan, baik untuk produk suplemen makanan maupun untuk mendukung sediaan energi terbaru (Chisti 2008). Terkait dengan tingginya permintaan untuk memenuhi kedua manfaat tersebut, maka kultivasi menjadi satu-satunya jalan untuk memenuhi kebutuhan stok biomassa kedua jenis mikroalga tersebut. Proses kultivasi melibatkan komponen pertumbuhan dan ke-

mampuan fotosintesis. Seperti layaknya seluruh produsen primer, seperti tumbuhan mikroalga juga melakukan fotosintesis, yaitu asimilasi karbon anorganik untuk dikonversi menjadi materi organik. Dalam proses fotosintesis tersebut, cahaya memegang peranan yang sangat penting, namun intensitas cahaya yang diperlukan tiap-tiap jenis tumbuhan dan alga untuk dapat tumbuh secara maksimum berbeda-beda (Lavens dan Sorgeloos 1996). Selain intensitas cahaya, fotoperiode juga memegang peranan penting sebagai pendukung pertumbuhan alga (Isnansetyo dan Kurniasuty 1995). Periode penyinaran buatan pada kultivasi mikroalga minimum 18 jam per hari, walaupun kultivasi fitoplankton berkembang normal di bawah cahaya yang konstan (Lavens dan Sorgeloos 1996).

Nutrien atau unsur hara merupakan parameter penting yang mendukung pertumbuhan

¹ Diterima 28 Januari 2009 / Disetujui 29 April 2009.

² Bagian Hidrobiologi, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

³ Bagian Oseanografi, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

⁴ Surfactant and Bioenergy Research Center, Institut Pertanian Bogor.

mikroalga selain cahaya, $\text{COB}_{2\text{B}}$, salinitas, dan suhu (Sen *et al.* 2005), dan terdiri atas mikronutrien dan makronutrien. Makronutrien tersebut antara lain adalah C, H, N, P, K, S, Mg, dan Ca, sedangkan mikronutrien yang dibutuhkan adalah Fe, Cu, Mn, Zn, Co, Mo, Bo, Vn, dan Si. Diantara nutrien tersebut, N dan P sering dijadikan faktor pembatas pertumbuhan mikroalga. Khusus bagi mikroalga yang memiliki kerangka dinding sel yang mengandung silikat, seperti diatom, unsur Si turut berperan sebagai faktor pembatas (Reynolds 1990). Secara umum defisiensi nutrien pada mikroalga mengakibatkan penurunan protein, pigmen fotosintesis, serta kandungan produk karbohidrat dan lemak (Healey 1973). Konsentrasi nutrien untuk mikroalga yang dikultur secara umum lebih tinggi daripada yang ada di alam. Dalam kultur mikroalga ditambahkan nutrien antara lain nitrat, fosfat, dan silikat untuk memenuhi kurangnya kandungan nutrien pada air laut alami (Lavens dan Sorgeloos 1996). Pengaruh nutrien dan fotoperiode terhadap mikroalga ditentukan dengan laju pertumbuhan spesifik mikroalga yang diketahui dari pertambahan densitas mikroalga.

Penelitian ini bertujuan untuk untuk mengetahui pengaruh konsentrasi nutrien pada media kultivasi mikroalga *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. serta lama pencahayaan terhadap laju pertumbuhan spesifik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian pertumbuhan mikroalga dilakukan pada skala laboratorium dengan kondisi terkontrol. Dua jenis mikroalga hijau dari kelas Chlorophyceae yaitu *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. Mikroalga tersebut dikultur pada erlenmeyer 100 mL yang ditempatkan di ruangan tertutup dengan suhu 23°C selama tujuh hari. Kepadatan *Chlorella* sp. di awal kultivasi 718 641 ind/mL, sedangkan *Dunaliella* sp. 236 924 ind/mL. Penyamataan densitas awal mikroalga yang dikultivasi, sebagai standarisasi penelitian, tidak dapat dilakukan karena masing-masing spesies memiliki karakteristik dan laju pertumbuhan yang berbeda. Dengan demikian, standarisasi yang dilakukan adalah volume kultivasi.

Prosedur Penelitian

Perlakuan perbedaan nutrien

Nutrien yang digunakan dalam penelitian ini adalah Guillard (f2) dengan dosis awal 1V di

awal kultivasi. Ada tiga perlakuan pada penambahan nutrien, yaitu sebanyak satu kali setiap hari (1V), setiap dua hari sekali selama kultivasi sebanyak masing-masing 1 mL/L (2V), dan tanpa penambahan nutrien (TV). Masing-masing perlakuan, dikultivasi dengan penyinaran lampu selama 24 jam.

Perlakuan perbedaan fotoperiode

Perlakuan fotoperiode dilakukan dengan mengkultivasi mikroalga di bawah cahaya lampu berintensitas 2 000 lux, dengan periode menyala selama 24 jam dan periode gelap-terang 12:12 jam. Periode terang dan gelap dilakukan untuk menyerupai kondisi seperti di alam. Kultivasi mikroalga dilakukan dengan menambahkan nutrien Guillard/f2 pada awal kultivasi sebanyak 1 mL. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan Lux Meter.

Analisis Data

Laju pertumbuhan spesifik mikroalga (k) dihitung dengan rumus Hirata *et al.* (1981):

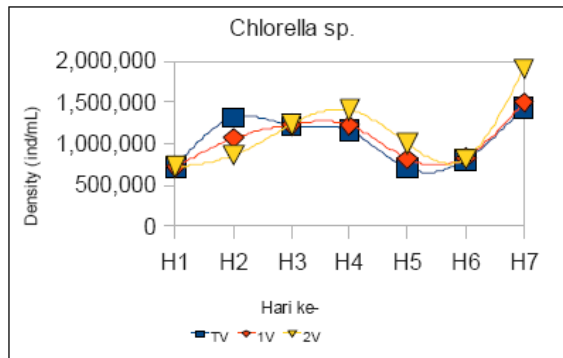
$$k = 3.22 \frac{\log \left(\frac{N_t}{N_0} \right)}{T_t - T_0}$$

N_t adalah kepadatan mikroalga pada waktu t, N_0 adalah kepadatan mikroalga awal, 3.22 adalah konstanta, T_0 adalah waktu awal dan T_t adalah waktu pengamatan. Pengaruh perbedaan konsentrasi nutrien dan lama pencahayaan terhadap pertumbuhan mikroalga diuji dengan menggunakan analisis ragam (Anova) melalui bantuan *software microsoft Excel* 2003.

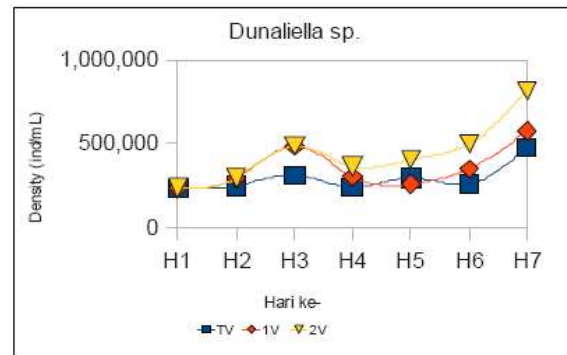
HASIL

Perbedaan Konsentrasi Nutrien

Hasil pengamatan pengaruh perbedaan konsentrasi nutrien terhadap pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. disajikan pada Gambar 1 dan 2 dan Tabel 1 dan 2. Kepadatan akhir tertinggi pada pengamatan perlakuan konsentrasi nutrien terhadap pertumbuhan *Dunaliella* sp. terdapat pada pemberian nutrien setiap dua hari sekali (2V) dengan kepadatan akhir 817 321 ind/mL dan laju pertumbuhan rata-rata 0.289/hari. Kepadatan akhir terendah terdapat pada perlakuan tanpa nutrien (TV) yaitu 476 900 ind/mL dan laju pertumbuhan rata-rata 0.163/hari.



Gambar 1. Grafik Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Perbedaan Konsentrasi Nutrien



Gambar 2. Grafik pertumbuhan *Dunaliella* sp. pada konsentrasi nutrien yang berbeda

Tabel 1. Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Perlakuan Konsentrasi Nutrien

Hari	TV		1V		2V	
	μ	k	μ	k	μ	k
1	718 641	-	718 641	-	718 641	-
2	1 315 132	0.845	1 066 025	0.551	857 722	0.247
3	1 221 273	-0.104	1 233 526	0.204	1 233 526	0.508
4	1 155 841	-0.077	1 221 273	-0.014	1 405 070	0.182
5	702 474	-0.696	816 918	-0.562	1 000 716	-0.475
6	800 499	0.183	833 215	0.028	816 918	-0.284
7	1 437 664	0.819	1 498 930	0.821	1 899 241	1.180

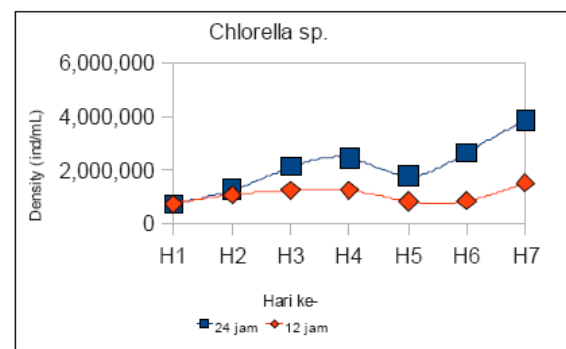
Tabel 2. Pertumbuhan *Dunaliella* sp. pada Konsentrasi Nutrien yang Berbeda

Hari	TV		1V		2V	
	μ	k	μ	k	μ	k
1	236 924	-	236 924	-	236 924	-
2	248 339	0.066	292 226	0.293	292 226	0.293
3	313 283	0.325	486 283	0.712	486 283	0.712
4	240 227	-0.371	302 881	-0.662	364 271	-0.404
5	296 031	0.292	258 232	-0.223	405 616	0.150
6	258 742	-0.188	350 063	0.425	497 188	0.285
7	476 900	0.855	573 799	0.691	817 321	0.695

Perlakuan Perbedaan Intensitas Cahaya

Hasil pengamatan pengaruh perbedaan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 3. Hasil untuk pertumbuhan *Dunaliella* sp. terdapat pada Gambar 4 dan Tabel 4.

Kepadatan akhir tertinggi *Chlorella* sp. terdapat pada perlakuan 24 jam terang senilai 3 859 747 ind/mL dengan nilai k rata-rata 0.39/hari. Kepadatan akhir pada perlakuan 12 jam terang senilai 1 498 930 ind/mL dengan laju pertumbuhan spesifik rata-rata 0.171/hari.

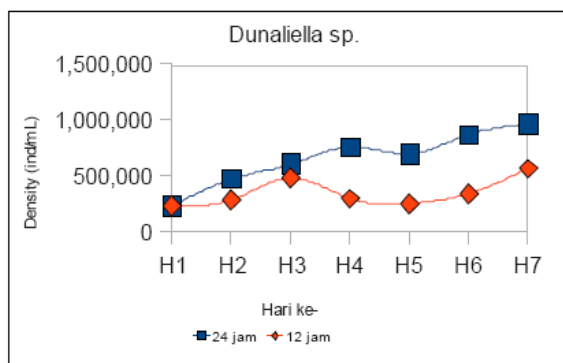


Gambar 3. Grafik Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Perlakuan Fotoperiode yang Berbeda

Tabel 3. Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Fotoperiode yang Berbeda

Hari	24 jam		12:12 jam	
	μ	k	μ	k
1	718 641	-	718 641	-
2	1 245 779	0.769	1 066 025	0.551
3	2 091 248	0.724	1 233 526	0.204
4	2 438 380	0.215	1 221 273	-0.014
5	1 764 456	-0.452	816 918	-0.562
6	2 646 684	0.567	833 215	0.028
7	3 859 747	0.528	1 498 930	0.821

Kepadatan akhir tertinggi *Dunaliella* sp. pada penelitian ini terdapat pada perlakuan 24 jam terang dengan nilai 971 805 ind/mL dan laju pertumbuhan spesifik rata-rata 0.329/hari. Kepadatan akhir yang didapat pada perlakuan 12 jam terang adalah 573 799 ind/mL dan laju pertumbuhan spesifik rata-rata 0.206/hari (Gambar 4 dan Tabel 4)

**Gambar 4. Grafik Pertumbuhan *Dunaliella* sp. pada Perlakuan Fotoperiode yang Berbeda****Tabel 4. Kepadatan *Dunaliella* sp. pada Fotoperiode yang Berbeda**

Hari	24 jam		12:12 jam	
	μ	k	μ	k
1	236 924	-	236 924	-
2	478 673	0.983	292 226	0.293
3	612 100	0.344	486 283	0.712
4	764 560	0.311	302 881	-0.662
5	706 214	-0.111	258 232	-0.223
6	878 452	0.305	350 063	0.425
7	971 805	0.141	573 799	0.691

Pola pertumbuhan kedua jenis mikroalga pada perlakuan 24 jam terang cenderung me-

ningkat dari hari ke hari, namun pada hari kelima mengalami penurunan kepadatan dan hari keenam meningkat kembali hingga hari ketujuh pengamatan. Pola pertumbuhan pada 12 jam terang meningkat hingga hari ketiga, selanjutnya pada hari keempat dan kelima mengalami penurunan dan pada hari keenam meningkat kembali hingga hari ketujuh pengamatan.

PEMBAHASAN

Kepadatan *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. pada perlakuan tanpa nutrien (TV) tetap meningkat hingga hari ke tujuh. Hal ini diperkirakan akibat kandungan nutrien alami pada air laut masih mencukupi untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. hingga hari ke tujuh kultivasi. Kemampuan *Chlorella* sp. tetap tumbuh pada perlakuan tanpa nutrien (TV) juga dikarenakan *Chlorella* sp. mampu bertahan pada kondisi nutrien yang terbatas (Sutomo 2005). Pada penelitian ini laju pertumbuhan spesifik rata-rata *Chlorella* sp. yang diperoleh lebih kecil (0.227/hari) bila dibandingkan dengan penelitian Hirata *et al.* (1981) senilai 0.51/hari dan Sutomo (2005) 0.6485/hari.

Laju pertumbuhan spesifik *Dunaliella* sp. yang diperoleh pada penelitian ini juga lebih kecil (0.298/hari) dibandingkan dengan nilai laju pertumbuhan spesifik rata-rata pada penelitian Sciandra and Gostan (1997) senilai 0.5/hari. Perbedaan laju pertumbuhan spesifik rata-rata mikroalga yang diperoleh pada penelitian ini dikarenakan perbedaan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Faktor internal juga dapat mempengaruhi perbedaan laju pertumbuhan spesifik mikroalga, karena strain atau spesies *Chlorella* dan *Dunaliella* yang digunakan pada masing-masing penelitian berbeda (Sutomo 2005).

Hasil uji statistik dengan menggunakan analisis varian (Anova) pada selang kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan konsentrasi nutrien pada kedua jenis mikroalga tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan mikroalga.

Kepadatan akhir tertinggi kedua spesies mikroalga pada perlakuan fotoperiode terhadap kepadatan dan laju pertumbuhan spesifik terdapat pada fotoperiode 24 jam terang. Tingginya nilai kepadatan mikroalga yang diperoleh pada perlakuan fotoperiode 24 jam terang dikarena-

kan mikroalga berkembang normal di bawah pengaruh cahaya yang konstan (Lavens dan Sorgeloos 1996). Sen *et al.* (2005) juga menuliskan bahwa pertumbuhan optimum *Isochrysis galbana* terdapat pada kultivasi dengan fotoperiode terang 24 jam.

Hasil uji statistik dengan menggunakan analisis varian (Anova) pada selang kepercayaan 95%, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan fotoperiode memiliki pengaruh yang berbeda nyata terhadap pertumbuhan kedua jenis mikroalga. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pencahayaan yang kontinyu mempengaruhi pertumbuhan mikroalga (Sen *et al.* 2005).

Penelitian ini menunjukkan nilai kepadatan tertinggi kedua jenis mikroalga pada akhir pengamatan terdapat pada kultivasi mikroalga dengan perlakuan fotoperiode 24 jam. Kepadatan *Chlorella* sp. senilai 3 859 747 ind/mL dengan nilai laju pertumbuhan spesifik rata-rata 0.39/hari dan pada *Dunaliella* sp. kepadatan akhirnya 971 805 ind/mL dan laju pertumbuhan spesifik rata-rata 0.329/hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada penelitian ini fotoperiode lebih mempengaruhi pertumbuhan mikroalga dibandingkan dengan konsentrasi nutrisi yang terdapat dalam media kultivasi.

KESIMPULAN

Konsentrasi nutrisi yang berbeda tidak berpengaruh (nyata) pada kultivasi *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp. dalam sistem tertutup. Fotoperiode yang kontinyu (24 jam) mempengaruhi

pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. dan *Dunaliella* sp.

PUSTAKA

- Chisti Y. 2008. **Biodiesel from microalgae beats bio-ethanol**. Trends in Biotechnology, Volume 26, Issue 3, March 2008, Pages: 126-131.
- Healey FP. 1973. **The inorganic nutrition of algae from an ecological viewpoint**. *Microbiol. Rev.* 3: 69-113.
- Hirata H, Andarias I, dan Yamasaki S. 1981. **Effect of salinity temperature on the growth of the marine phytoplankton *Chlorella saccharophila***. *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 30 : 257-262.
- Isnansetyo A dan Kurniastuty. 1995. **Teknik Kultur fitoplankton dan zooplankton pakan alami untuk pembenihan organisme laut**. Yogyakarta: Kanisius
- Lavens P dan Sorgeloos P (eds). 1996. **Manual on the production and use of live food for aquaculture**. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Reynolds CS. 1990. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sciandra A dan Gostan J. 1997. **Growth-compensating in continuous cultures of *Dunaliella tertiolecta* limited simultaneously by light and nitrate**. *Limnol Oceanogr.* 42(6): 1325-1339.
- Sen B, Alp MT, dan Kocer MAT. 2005. **Studies on growth of marine microalgae in batch culture: II. *Isochrysis galbana* (haptophyta)**. *Asian Journal of Plant Sciences.* 4(6): 639-641.
- Sutomo. 2005. **Kultur tiga jenis mikroalga (*Tetraselmis* sp., *Chlorella* sp. dan *Dunaliella gracilis*) dan pengaruh kepadatan awal terhadap pertumbuhan *C. gracilis* di laboratorium**. *Oseanologi dan Limnologi Indonesia.* 37 : 43-58.